



Kajian perubahan guna tanah menerusi aplikasi penderiaan jauh

Lam Kuok Choy, Nik Nurul Hidayah Mohd Noor

Program Geografi, Pusat Pembangunan, Sosial dan Persekitaran, Fakulti Sains Sosial dan Kemanusiaan,
Universiti Kebangsaan Malaysia

Correspondence: Lam Kuok Choy (email: lam@ukm.edu.my)

Abstrak

Perubahan guna tanah dan litupan tanah merupakan salah satu pemacu perubahan alam sekitar global yang sering menjadi perbincangan hangat dan mencerminkan corak pembangunan yang berlaku di sesebuah tempat. Kajian ini dijalankan untuk menganalisis perubahan guna tanah kampus Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) Bangi dan Bandar Baru Bangi bagi tahun 1990 dan 2016. Pendekatan penderiaan jauh digunakan sebagai aplikasi utama untuk meneliti tahap perubahan guna tanah yang berlaku. Data imej satelit Landsat 5 TM dan Landsat 8 OLI/TIRS telah digunakan dalam kajian ini. Proses klasifikasi berselia diaplikasikan bagi mengelaskan jenis guna tanah di kawasan kajian berdasarkan imej Landsat yang terpilih. Guna tanah telah dibahagikan kepada tujuh kategori iaitu tepu bina, kelapa sawit, hutan, getah, rekreasi, tanah lapang dan badan air. Penilaian ketepatan dilakukan menggunakan pengiraan Koeffisein Kappa bagi menguji kebolehpercayaan data yang telah diklasifikasikan. Nilai Koeffisein Kappa yang diperolehi adalah 70% iaitu kebolehpercayaan data adalah tinggi. Hasil kajian mendapati guna tanah yang mengalami peningkatan tertinggi adalah guna tanah tepu bina (2130.84 hektar), diikuti oleh guna tanah hutan (469.44 hektar). Masing-masing mencapai peningkatan sebanyak 32.92% dan 7.25%. Manakala guna tanah yang mengalami penurunan tertinggi adalah kelapa sawit (1385.01 hektar) dan diikuti guna tanah badan air (124.38 hektar). Masing-masing merosot sebanyak 21.40% dan 1.92%. Majoriti kawasan tanaman getah dan kelapa sawit telah bertukar kepada guna tanah tepu bina. Kajian mendapati pendekatan penderiaan jauh sesuai diaplikasi dalam kajian perubahan guna tanah.

Kata kunci: Bandar Baru Bangi, GIS, Landsat, penderiaan jauh, perubahan guna tanah, Universiti Kebangsaan Malaysia

Land use change detection using remote sensing approach

Abstract

Land use and land cover changes is one of the driving factor of global environmental change which is hotly debated and reflect the changes in development that occurs at a location. This study was conducted to analyze the changes in land use of UKM Bangi campus and Bandar Baru Bangi for 1990 and 2016. The remote sensing and GIS application were used to examine the land use changes. Data used in this study consist of two Landsat satellite imagery, which were taken from Landsat 5 TM (1990), and Landsat 8 OLI/TIRS (2016). Based on selected Landsat images the supervised classification process was applied to classify the land use types of the study area. Land uses have been divided into seven categories; built-up area, palm oil, forest, rubber, recreational, cleared land and water bodies. Accuracy assessment was carried out by using Kappa Koefficient calculation to test the reliability of the thematic maps. The Kappa Koefficient value of 70% was achieved and it indicates high reliability. The result of the study found that built-up area increased the most (2130.84 ha), followed by the forest (469.44 ha). Both land use increased by 32.92% and 7.25% respectively. Whereas oil palm land use decreased the most (1385.01 ha), followed by water bodies (124.38 ha) where both declined 21.40% dan 1.92% respectively. The majority of palm oil and rubber plantations were converted to built-up land use. The study shows that remote sensing approach is suitable for the study of land use and land cover changes.

Keywords: Bandar Baru Bangi, GIS, Landsat, remote sensing, Land use and land cover change, Universiti Kebangsaan Malaysia

Pengenalan

Perubahan guna tanah dan litupan tanah merupakan salah satu pemacu perubahan alam sekitar global yang menjadi perbincangan hangat. Ia boleh dianggap sebagai elemen penting untuk pemodelan dan memahami tentang bumi (Lillesand et al., 2004). Pemahaman ke atas perubahan semula jadi yang bersifat beransur-ansur atau cepat dan fakta perubahan permukaan bumi memberikan kefahaman berharga berkait interaksi antara persekitaran semula jadi dan aktiviti manusia (Bakr et al., 2010). Perubahan persekitaran semula jadi dan kesan daripada aktiviti manusia yang berlaku secara tiba-tiba atau secara beransur-ansur di permukaan bumi merupakan inti di dalam kajian perubahan guna tanah dan litupan tanah.

Antara kegiatan pembangunan guna tanah adalah penerokaan hutan untuk aktiviti pertanian dan pembangunan wilayah. Mohmadisa dan Mohamad Suhaily (2005) menjelaskan bahawa pembangunan merupakan satu proses atau usaha untuk memodenkan sesebuah negara yang sedang membangun atau mundur serta meningkatkan taraf hidup rakyat ke satu tahap yang lebih baik seperti yang telah dicapai oleh negara-negara maju. Sehubungan itu, Hall (2001) dan Katiman (2002) menggambarkan sesuatu pembangunan merupakan usaha-usaha untuk meningkatkan taraf hidup melalui pertumbuhan ekonomi dan sosial. Pembangunan di Malaysia dahulu dan kini amat berbeza. Pelbagai strategi dan langkah dirancang serta dilaksanakan untuk membangunkan Malaysia. Pembangunan merupakan satu proses yang sangat penting dalam

sebuah negara membangun seperti Malaysia bagi membolehkan negara mencapai kemajuan dari pelbagai aspek kehidupan manusia.

Malaysia semenjak mencapai kemerdekaan pada tahun 1957, telah berlaku perubahan guna tanah yang ketara dan aktif. Perubahan guna tanah dan litupan tanah di Malaysia semakin rancak dalam era 1980an sehingga kini apabila era pembangunan bermula terutamanya dengan Dasar Pertanian Negara (DPN) yang bermula pada tahun 1984. Perubahan guna tanah telah berlaku dalam pelbagai bidang termasuklah bidang pertanian, perladangan dan perindustrian. Malahan, pertumbuhan bandar yang pesat di samping pertumbuhan bandar-bandar baru telah mempengaruhi aspek guna tanah di Malaysia. Pembinaan bangunan dan sistem jaringan pengangkutan menjadi pemangkin kepada perubahan guna tanah. Pertambahan penduduk dari semasa ke semasa turut mengubah pola guna tanah di Malaysia kerana pertambahan penduduk menyebabkan peningkatan permintaan terhadap kawasan penempatan yang memerlukan pembinaan dilaksanakan untuk memenuhi keperluan masyarakat. Selain itu, pembinaan institusi pendidikan turut memberi kesan ke atas guna tanah setempat, misalnya pembinaan Universiti Kebangsaan Malaysia dan 'Bandar Ilmu' Bandar Baru Bangi.

Salah satu cara mengesan proses perubahan guna tanah dan litupan tanah adalah menerusi aplikasi pengesanan perubahan menggunakan teknologi penderiaan jauh dan Sistem Maklumat Geografi (GIS). Pengesanan perubahan didefinasi sebagai "proses mengenalpasti perbezaan pada keadaan sesuatu objek atau fenomena melalui pemerhatian pada waktu yang berbeza" (Singh, 1989). Pengesanan perubahan guna tanah dan litupan bumi telah banyak dibincangkan dalam literatur di peringkat antarabangsa (Praveen & Jayarama, 2013; Wilkinson et al., 2008; Rhemtulla et al., 2007; Woodcock & Ozdogan, 2004; Walker, 2003; Rogan et al., 2002; Hayes & Sader, 2001; Mas, 1999; Roberts et al., 1998; Lambin & Strahler, 1993; Mouat et al., 1993) dan di peringkat kebangsaan (Lam & Hay, 2017; Nur Hakimah & Lam, 2016; Tuan Pah Rokiah & Hamidi Ismail 2016; Sumayyah & Zullyadini, 2016; Yusri et al., 2010; Narimah, 2009, 2010; Mohd Hasmadi et al. 2009; Nedal et al. 2007; Shaharudin et al., 2004; Mokhtar, 1998). Aplikasi penderiaan jauh dan GIS berupaya menjana maklumat yang jitu dan cepat bagi taburan ruangan perubahan guna tanah dan litupan tanah pada skala besar (Zsuzsanna, Bartholy, Pongracz & Barcza, 2005; Rogana & Chen, 2004; Guerschman et al., 2003; Carlson & Azoifeifa, 1999). Memahami magnitud dan corak perubahan tanah di sesuatu kawasan dapat memberikan gambaran konteks landskap untuk sesuatu ekosistem (misalnya kawasan-kawasan perlindungan), dan memberikan pemahaman yang lebih baik kepada pengurus sumber tentang bagaimana suatu ekosistem serasi dengan landskap yang lebih luas. Lu et al. (2005) membincangkan pelbagai teknik mengesan perubahan yang telah dibangunkan, misalnya teknik analisis prinsipal komponen, perbandingan pasca-klasifikasi, pembezaan imej konvensional, nisbah imej, regresi imej, pendigitan secara manual menerusi skrin paparan, dan klasifikasi imej pelbagai tempoh atau tarikh. Kajian oleh Yuan et al. (2005) dan Mas (1999) telah membandingkan pelbagai teknik mengesan perubahan dan teknik pasca-klasifikasi didapati merupakan prosedur yang paling tepat dan mempunyai kelebihan dalam menunjukkan sifat perubahan.

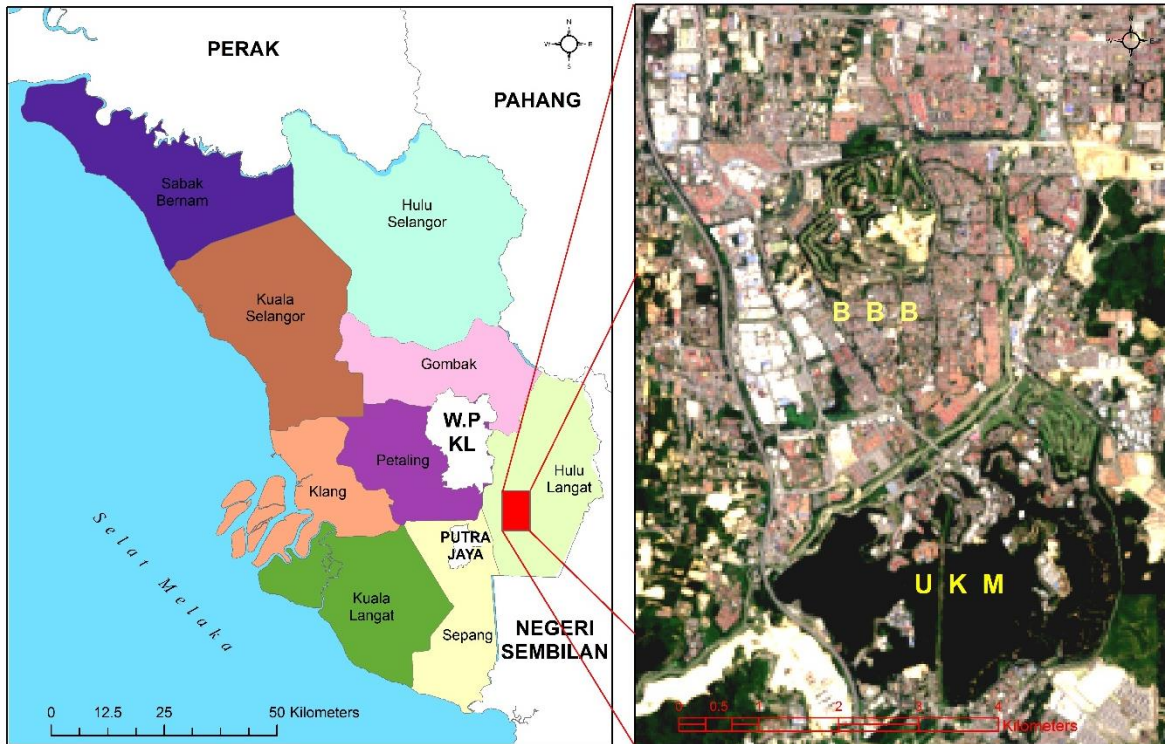
Berdasarkan kepada perbincangan sorotan literatur, didapati pendekatan penderiaan jauh dan GIS sangat sesuai digunakan dalam menganalisis perubahan guna tanah yang berlaku di suatu kawasan. Justeru, kajian ini bertujuan mengesan perubahan guna tanah dan litupan tanah yang berlaku di sekitar kampus Universiti Kebangsaan Malaysia (UKM) Bangi dan Bandar Baru Bangi (BBB) bagi tahun 1990 dan 2016 menggunakan aplikasi penderiaan jauh dan GIS. Proses pengelasan guna tanah menggunakan algoritma kebolehdajadian maksimum (*Maximum likelihood*)

dan perbandingan imej pasca klasifikasi telah digunakan untuk mengenal pasti perubahan guna tanah dan litupan tanah.

Kawasan kajian

Kawasan kajian meliputi keseluruhan kawasan kampus UKM Bangi dan BBB yang terletak di garisan latitud $2^{\circ} 55' 11''$ U dan longitud $101^{\circ} 46' 53''$ T (lihat Rajah 1). UKM ditubuhkan secara rasmi pada 18 Mei 1970. Lokasinya terletak di Bangi, Selangor iaitu kira-kira 35 kilometer di selatan Kuala Lumpur. Bandar Baru Bangi terletak di dalam daerah Hulu Langat dan di bawah pentadbiran Majlis Perbandaran Kajang. Bandar Baru Bangi terletak kira-kira 12 kilometer dari Bandar Kajang dan 6 kilometer dari Bangi Lama. Bandar Baru Bangi berkeluasan 2,925 hektar (7,228 ekar) yang telah dibangunkan secara berperingkat-peringkat bermula pada tahun 1977. Lokasinya berhampiran dengan koridor raya multimedia (MSC) yang terletak di antara Kuala Lumpur-Bangi-Putrajaya-Lapangan Terbang Antarabangsa Kuala Lumpur (*Kuala Lumpur International Airport/KLIA*) telah meningkatkan potensi pembangunannya. Bandar Baru Bangi merupakan pusat pentadbiran, perniagaan dan perkhidmatan yang utama bagi seluruh kawasan Daerah Hulu Langat serta pusat pertumbuhan di selatan Wilayah Lembah Kelang. Kedudukannya strategik iaitu berdekatan dengan kawasan perindustrian, pentadbiran, institusi pendidikan dan perniagaan yang meningkatkan lagi potensi untuk membangun. Bandar Baru Bangi turut dikenali sebagai Bandar Ilmu kerana selaras dengan kedudukannya yang dikelilingi pelbagai institusi pengajian tinggi. Pemasalahan Bangi Bandar Ilmu telah menggalakkan lagi penerokaan dan perkembangan ilmu di kawasan ini.

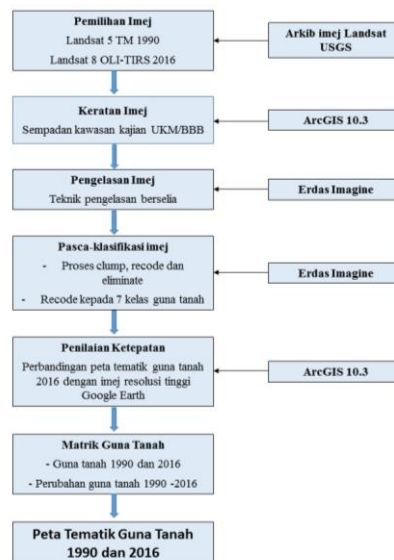
Kampus UKM, Bangi terletak di dalam lingkungan zon tropika lembab dengan suhu hampir seragam sepanjang tahun dan jumlah penerimaan hujan tahunan yang tinggi. Purata jumlah hujan tahunan di kampus UKM Bangi adalah sebanyak 1806.40 mm dan purata suhu 27°C . Bentuk muka bumi di Bandar Baru Bangi adalah merupakan kawasan tanah pamah yang rata dan luas. Ketinggian kawasan ini secara purata adalah rendah iaitu 48 meter dari aras laut. Keadaan bentuk muka bumi yang rata dan luas ini sesuai untuk pembinaan bangunan atau rumah bagi tujuan petempatan. Kawasan kajian juga disaliri Sungai Semenyih dan anak sungainya. Menurut Tjia (1972), kawasan Bangi terdiri daripada lapisan batuan yang membentuk siklin dan antisiklin. Manakala Ibrahim Komoo (1984) menyatakan struktur geologi kawasan Bangi terbahagi kepada tiga, iaitu aluvium, granit dan metasedimen. Dalam konteks kawasan kampus UKM Bangi, batuan metasedimen adalah dominan.



Rajah 1. Lokasi kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi.

Metod kajian

Pendekatan penderiaan jauh telah digunakan dalam kajian ini untuk mengesan perubahan guna tanah yang berlaku pada tahun 1990 dan 2016. Pemprosesan imej satelit dilakukan melalui aplikasi perisian *Erdas Imaging* dan *ArcGIS 10.3*. Rajah 2 menunjukkan carta alir kaedah kajian ini dijalankan sehingga menghasilkan peta tematik.

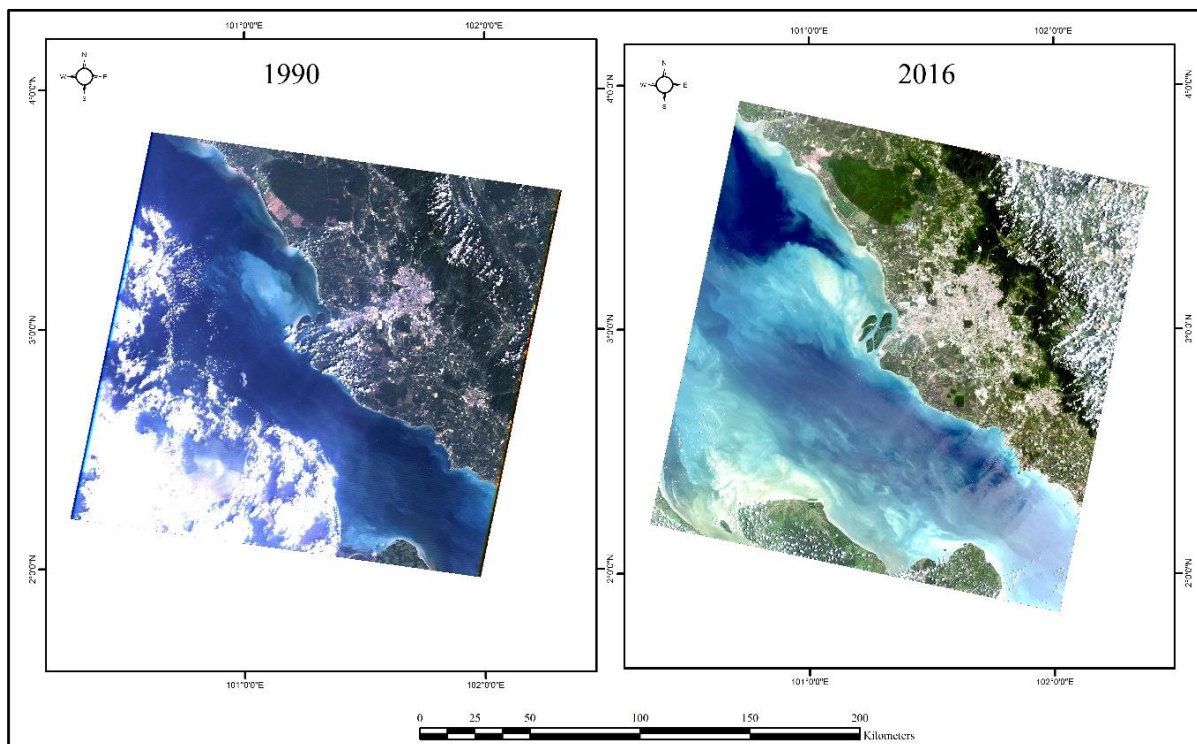


Rajah 2. Carta aliran pemprosesan dan analisis guna tanah imej satelit.

Data imej satelit

Imej satelit Landsat tahun 1990 dan 2016 telah dimuat turun dari laman sesawang *United State Geological Survey* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Imej satelit bagi tahun 1990 merupakan imej dari siri satelit *Landsat 5 Thematic Mapper* yang dicerap pada 27 Disember 1990. Manakala imej tahun 2016 merupakan imej Landsat 8 OLI-TIRS yang dicerap pada 29 Mac 2016. Imej satelit tersebut dipilih kerana paparan imej yang dicerap adalah terbaik dan kurang lindungan awan terutama dalam lingkungan kawasan kajian berbanding tarikh lain.

Imej Landsat 5 mempunyai tujuh jalur asas manakala Landsat 8 mempunyai sebelas jalur asas. Paparan imej Landsat pada komposit warna benar menggunakan kombinasi jalur 3, 2, 1 bagi Landsat 5 dan 4,3,2 bagi Landsat 8 memberikan paparan imej yang sukar untuk membezakan pelbagai jenis tumbuhan yang kelihatan berwarna hijau gelap (Rajah 3). Oleh itu, pemilihan komposit warna palsu yang melibatkan kombinasi jalur warna merah, dekat infra-merah dan infra-merah tengah telah dilakukan. Bagi imej Landsat 8, kombinasi jalur 5,6,4 diguna pakai manakala Landsat 5 menggunakan jalur 4,5,3 untuk menghasilkan imej komposit warna palsu yang dapat membezakan pelbagai jenis tumbuhan dengan jelas.



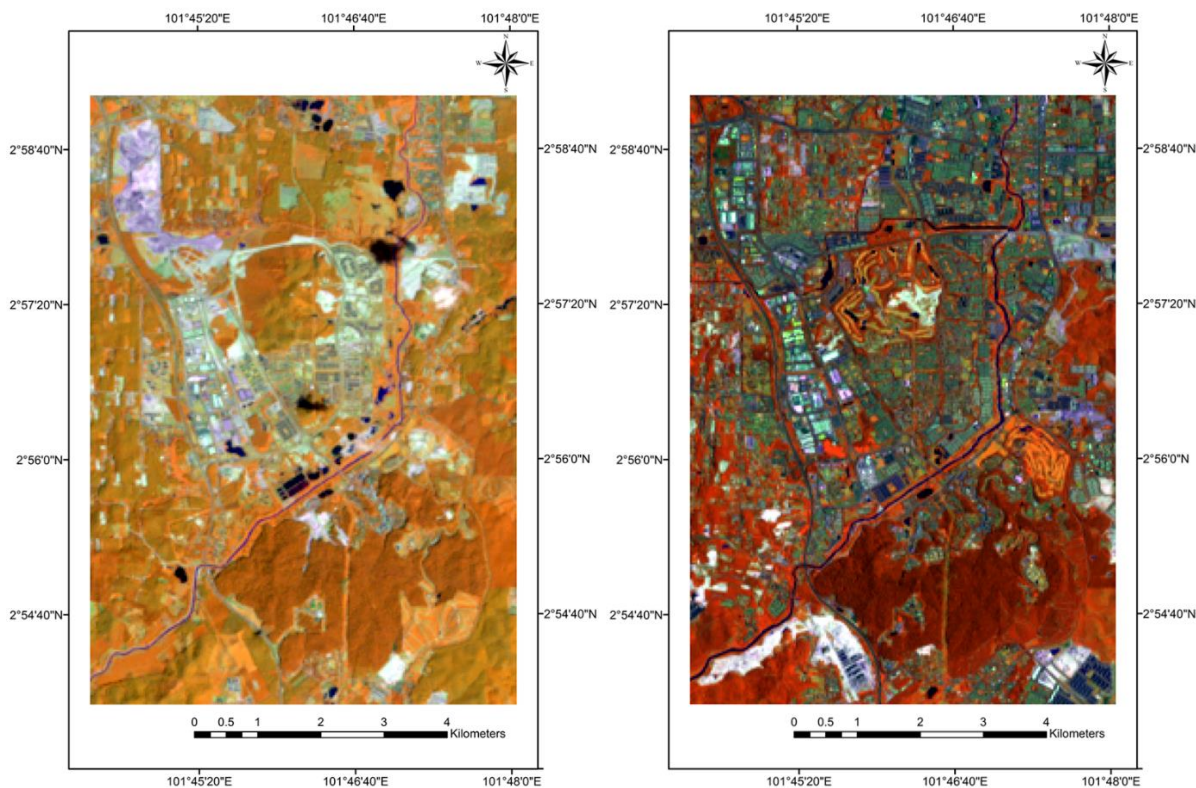
Sumber: USGS (<http://earthexplorer.usgs.gov/>)

Rajah 3. Imej satelit Landsat TM 5 bagi tahun 1990 (kiri) (komposit imej warna benar 3,2,1) dan imej satelit Landsat 8 OLI/ TIRS bagi tahun 2016 (kanan) (komposit imej warna benar 4,3,2).

Pra-pemprosesan imej

Data satelit yang dimuat turun perlu melalui beberapa proses pra-pemprosesan seperti pembetulan geometri untuk memperbaiki herotan sekiranya wujud, transformasi unjuran geometri dari unjuran WGS84 kepada MRSO 2000 dan penukaran nilai pixel dari nombor

digital (DN) kepada nilai pantulan permukaan. Selepas langkah-langkah pra-pemprosesan dilakukan, proses klip atau pemotongan imej (clipping) dijalankan. Imej yang di muat turun dari USGS merangkumi kawasan yang luas iaitu meliputi kawasan laut, keseluruhan kawasan negeri Selangor, sebahagian kawasan Negeri Pahang dan Negeri Sembilan. Proses keratan imej dilakukan bagi menghasilkan imej yang meliputi lingkungan kawasan kajian iaitu kampus UKM Bangi dan BBB. Proses keratan imej dilakukan untuk mengurangkan saiz data dan memudahkan pemprosesan imej. Perisian ArcGIS digunakan bagi proses keratan imej. Rajah 4 menunjukkan imej bagi tahun 1990 dan 2016 yang telah diklip.



Rajah 4. Paparan komposit warna palsu imej Landsat kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi tahun 1990 (kombinasi jalur 4,5,3 RGB) dan 2016 (kombinasi jalur 5,6,4 RGB) selepas proses ‘clip’

Pengelasan imej

Pemilihan kombinasi jalur yang sesuai imej satelit adalah penting dalam membantu proses interpretasi jenis guna tanah dan litupan tanah. Kajian ini menggunakan komposit imej warna palsu di mana gabungan jalur cahaya nampak dan inframerah telah digunakan dalam kombinasi tersebut bagi membezakan di antara pelbagai jenis litupan tumbuhan dan air. Imej Landsat 8 telah menggunakan kombinasi komposit jalur 5, 6, 4 (RGB) manakala Landsat 5 menggunakan kombinasi komposit jalur 4, 5, 3 (RGB) (Rajah 4).

Terdapat beberapa pendekatan yang dapat digunakan untuk mengklasifikasikan data penderiaan jauh iaitu pengelasan berselia dan pengelasan tidak berselia. Proses pengelasan imej yang dilakukan dalam kajian ini menggunakan kaedah pengelasan berselia (*supervised*). Terdapat tujuh kategori guna tanah yang telah dikelaskan iaitu tepu bina, kelapa sawit, hutan, rekreasi, getah, tanah lapang dan badan air (Rajah 5).

Pasca-klasifikasi (post classification)

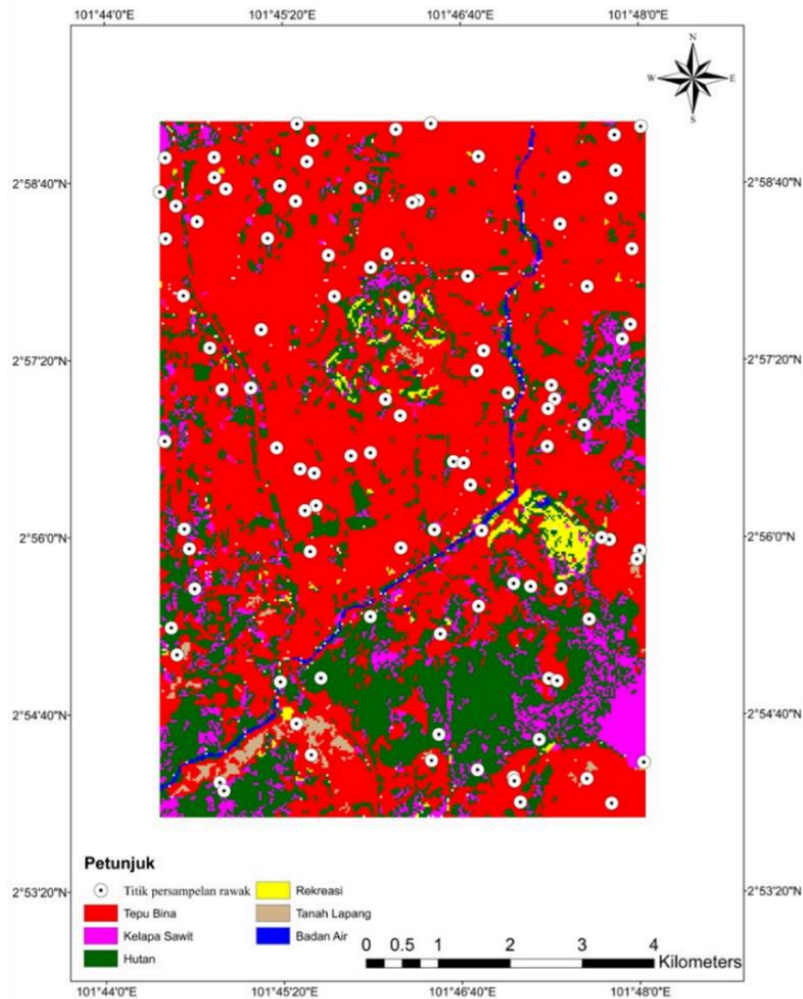
Proses pasca-klasifikasi melibatkan beberapa peringkat pemprosesan iaitu proses mengkod semula atribut, teknik pengumpulan piksel (*clump*) dan teknik penyingkiran (*eliminate*) piksel. Proses pengumpulan piksel serpihan yang bersaiz kecil (kurang dari 1-3 saiz piksel) dilakukan untuk mengurangkan piksel serpihan yang bersaiz kecil. Proses penyingkiran piksel yang kurang dari saiz 3 piksel dilakukan di mana semua piksel yang kurang dari saiz yang ditetapkan akan ditukar kepada nilai piksel majoriti yang mengelilingi piksel serpihan tersebut. Selepas proses penyingkiran, peta tematik guna tanah pasca-klasifikasi dianalisis untuk menghasilkan matrik perubahan guna tanah antara tahun 1990 dan 2016.

Pengiraan penilaian ketepatan menerusi Koeffisien Kappa

Menurut Foody (2001), penilaian ketepatan adalah penting dalam kajian pemetaan litupan bumi melalui aplikasi pendekatan penderiaan jauh bagi menilai hasil akhir peta tematik penderiaan jauh. Tujuan penilaian adalah untuk mendapat suatu jaminan kualiti pengelasan dan keyakinan pengguna mengenai hasil yang diperolehi. Dalam kajian ini selepas proses klasifikasi, peta tematik guna tanah yang terhasil dibandingkan dengan imej *Google Earth* bagi menilai sejauh mana ketepatan proses klasifikasi guna tanah tersebut. Peta tematik guna tanah dari imej Landsat tahun 2016 digunakan dalam proses penilaian ketepatan di mana 100 titik sampel ditaburkan secara rawak melalui aplikasi GIS (Rajah 5). Seterusnya, pengiraan pekali Koeffisien Kappa dilakukan untuk mendapat nilai ketepatan klasifikasi guna tanah. Matrik ralat dibina untuk membandingkan guna tanah yang terhasil semasa proses klasifikasi imej Landsat 2016 dengan guna tanah semasa daripada peta *Google Earth* (Jadual 1).

Jadual 1. Pengiraan penilaian ketepatan (matrik ralat)

Klasifikasi	Tepu bina	Kelapa sawit	Hutan	Rekreasi	Tanah lapang	Badan air	Jumlah
Tepu bina	65	1	1	0	0	0	67
Kelapa sawit	0	4	1	0	0	0	5
Hutan	4	1	15	0	0	0	20
Rekreasi	2	0	0	0	0	0	2
Tanah lapang	5	0	0	0	1	0	5
Badan air	0	0	0	0	0	1	1



Rajah 5. Taburan poin persampelan rawak dalam imej tahun 2016

Satu set 100 poin persampelan rawak telah dihasilkan ke atas imej Landsat tahun 2016 dengan menggunakan aplikasi GIS. Imej Landsat telah diklasifikasikan kepada 7 klasifikasi guna tanah iaitu tepu bina, kelapa sawit, hutan, rekreasi, tanah lapang dan badan air. Setelah proses persampelan rawak dilakukan, terdapat 75 sampel rawak bagi tepu bina, 6 sampel rawak bagi kelapa sawit, 17 sampel pada hutan, 0 sampel rawak bagi rekreasi, 1 sampel rawak pada tanah lapang dan badan air. Seterusnya, jumlah titik persampelan yang diperolehi diguna untuk pengiraan statistik Kappa menggunakan formula berikut:

$$K = \frac{PO - Pe}{1 - Pe}$$

k = Nilai Koeffisien Kappa

P_o = Jumlah nilai kebarangkalian daripada pemeriksaan lapangan

P_e = Jumlah nilai kebarangkalian yang dijangka berlaku secara peluang

Hasil kajian

Penilaian ketepatan dan statistik perubahan guna tanah

Hasil yang diperolehi daripada perbandingan persampelan titik rawak adalah sebanyak 65 daripada 75 titik rawak bagi tepu bina, 4 daripada 6 titik rawak bagi kelapa sawit, 15 daripada 17 titik rawak bagi hutan, 1 daripada 1 titik rawak bagi tanah lapang dan juga 1 daripada 1 titik rawak bagi badan air. Keadaan ini menunjukkan klasifikasi guna tanah yang telah dilakukan terhadap imej Landsat adalah bertepatan dengan guna tanah yang ditunjukkan pada imej *Google Earth*. Hasil keseluruhan adalah sebanyak 86 daripada 100 titik persampelan bagi imej klasifikasi tahun 2016 adalah tepat dengan perbandingan yang telah di buat dengan *Google Earth*.

$$\begin{aligned} \text{Observed} &= 65 + 4 + 15 + 0 + 1 + 1 \\ &= 86 \div 100 \\ &= 0.86 \text{ atau } 86\% \end{aligned}$$

Pengiraan penilaian ketepatan menerusi Koeffisien Kappa dapat menentukan kebolehpercayaan pengelasan guna tanah yang telah dilakukan.

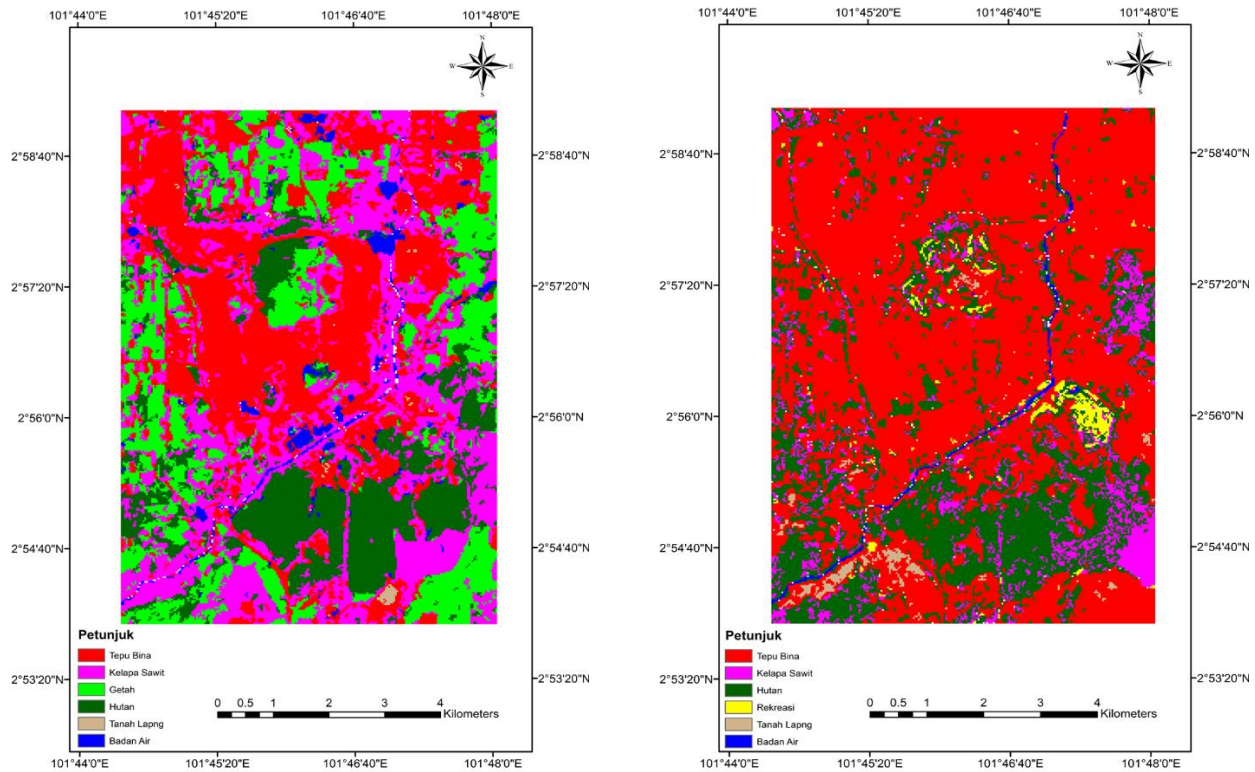
$$\begin{aligned} K &= \frac{0.86 - 0.540}{1 - 0.540} \\ K &= 70\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_0 &= 0.86 \\ P_e &= 0.540 \\ K &= 0.70 \end{aligned}$$

Hasil pengiraan yang telah diperolehi menunjukkan nilai P_0 yang di perolehi adalah 0.86 iaitu bersamaan 86% manakala nilai P_e adalah 0.540. Indeks kebolehpercayaan koeffisien kappa secara keseluruhannya ialah 70%. Hasil yang diperolehi menunjukkan kebolehpercayaan guna tanah yang telah diinterpretasi dan klasifikasi adalah tinggi dengan menggunakan pendekatan penderiaan jauh.

Guna tanah di kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi

Terdapat tujuh kategori guna tanah yang telah diklasifikasikan menggunakan teknik pengelasan berselia iaitu tepu bina, kelapa sawit, hutan, rekreasi, tanah lapang, getah dan badan air. Peta tematik guna tanah yang telah dihasilkan bagi tahun 1990 dan 2016 ditunjukkan pada Rajah 6. Manakala Jadual 2 menunjukkan statistik keluasan guna tanah kawasan kajian selepas proses pasca-klasifikasi bagi tahun 1990 dan 2016.



Rajah 6. Peta tematik guna tanah kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi tahun 1990 dan 2016 selepas proses pengelasan berselia

Jadual 2. Statistik keluasan guna tanah kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi berdasarkan pasca-klasifikasi bagi tahun 1990 dan 2016

Kelas	1990 Keluasan		2016 Keluasan		Perubahan keluasan	
	(hektar)	(%)	(hektar)	(%)	(hektar)	(%)
Tepu bina	2082.51	32.17	4213.35	65.09	2130.84	32.92
Kelapa sawit	1872.81	28.93	487.8	7.54	-1385.01	-21.40
Hutan	1116.09	17.24	1585.53	24.49	469.44	7.25
Rekreasi	0	0	85.59	1.32	85.59	1.32
Tanah lapang	12.87	0.20	59.58	0.92	46.71	0.72
Badan air	165.87	2.56	41.49	0.64	-124.38	-1.92
Getah	1223.19	18.20	0	0	-1223.19	-18.90

Hasil pengelasan berselia bagi imej Landsat tahun 1990 dan 2016 menunjukkan guna tanah tepu bina mengalami peningkatan yang paling tinggi. Merujuk Jadual 2, keluasan guna tanah tepu bina didapati mendominasi kawasan kajian. Guna tanah tepu bina mengalami peningkatan sebanyak 32.92% (2130.84 hektar) dalam tempoh 26 tahun. Guna tanah tepu bina pada tahun 1990 merangkumi 32.17% keluasan kawasan keseluruhan dan meningkat kepada 65.09% pada tahun 2016. Peningkatan keluasan yang ketara bagi guna tanah tepu bina menunjukkan

berlakunya pembangunan yang pesat di kawasan kajian. Guna tanah pertanian kelapa sawit mengalami penurunan dari tahun 1990 iaitu daripada 28.93% (1872.81 hektar) kepada 7.54% (487.8 hektar) pada tahun 2016, di mana penurunan sepanjang tempoh kajian adalah sebanyak 21.40%. Manakala guna tanah getah telah mengalami penurunan mendadak sepanjang tempoh 26 tahun dengan keluasan 1223.19 hektar (18.20%) pada tahun 1990 kepada 0 hektar pada tahun 2016 di mana tanaman getah tidak wujud lagi setelah ditukar kepada guna tanah lain. Seterusnya, kawasan litupan hutan mengalami sedikit peningkatan perubahan dalam tempoh 26 tahun iaitu sebanyak 7.25%. Kawasan litupan hutan meningkat daripada 1116.09 hektar bagi tahun 1990 kepada 1585.53 hektar bagi tahun 2016. Kawasan rekreasi telah mengalami peningkatan selama 26 tahun iaitu sebanyak 1.32% (85.59 hektar). Terdapat beberapa pusat rekreasi yang telah dibina iaitu Danau Golf Club UKM, stadium UKM dan Bangi Golf Resort. Guna tanah kawasan tanah lapang telah mengalami peningkatan dari tahun 1990 iaitu sebanyak 0.20% (12.87 hektar) kepada 0.92% (59.58 hektar) pada tahun 2016 dengan peningkatan sebanyak 0.72%. Kawasan badan air telah mengalami penurunan dalam tempoh 26 tahun iaitu sebanyak 1.92% (124.38 hektar). Sebahagian badan air yang terdapat di kawasan kajian terdiri daripada kolam tinggalan lombong bijih timah, kolam kumbahan, tasik rekreasi dan sungai.

Perubahan guna tanah kampus UKM Bangi dan Bandar Baru Bangi

Jadual 3 menunjukkan matrik perubahan guna tanah kawasan kajian yang berlaku di antara tahun 1990 dan 2016. Perubahan guna tanah tepu bina telah mengalami peningkatan yang paling tinggi iaitu 2130.84 hektar dari 1990 ke 2016. Guna tanah penyumbang kepada peningkatan kawasan tepu bina pada tahun 2016 adalah guna tanah kelapa sawit (1160.37 hektar), getah (719.55 hektar), hutan (389.07 ha), badan air (108.72 hektar) dan tanah lapang (11.79 hektar). Proses pembinaan rumah kediaman, institusi, pusat komersial dan kilang pembuatan sangat giat berlaku. Antara kawasan industri perkilangan adalah seperti di Zon Kawasan Perindustrian Seksyen 16 yang menempatkan kilang seperti Sony, Hitachi, Upha, Sapura, Onkyo, Denso dan sebagainya. Malahan, proses pembandaran dan rebakan bandar telah mengubah guna tanah kepada kawasan tepu bina.

Analisis spatial-temporal mendapati guna tanah kelapa sawit hanya meningkat sebanyak 487.8 hektar tetapi pada masa yang sama mengalami kemerosotan sebanyak 1,385.01 hektar dalam tempoh kajian. Majoriti penambahan kawasan guna tanah kelapa sawit disumbang oleh guna tanah getah (163.17 ha), hutan (112.68 hektar), badan air (4.68 hektar) dan tepu bina (39.96 hektar). Perubahan dari guna tanah tepu bina (1990) kepada guna tanah kelapa sawit (2016) berkemungkinan terhasil akibat ralat klasifikasi terutamanya di kawasan di mana tanaman kelapa sawit telah ditebang dan dibersihkan untuk tujuan pembangunan atau penanaman semula disebabkan oleh ciri spektral pantulan tanah lapang yang menyamai ciri spektral untuk tepu bina. Secara keseluruhannya kemerosotan besar guna tanah kelapa sawit disebabkan oleh pembukaan kawasan kelapa sawit bagi tujuan kegiatan pembangunan di Bangi. Kawasan kelapa sawit juga ditebang untuk membuka jalan kepada pembinaan bandar-bandar baru bagi menampung jumlah penduduk yang semakin bertambah dan menyediakan ruang fizikal kegiatan ekonomi seperti perbankan, perindustrian, perumahan dan rekreasi.

Jadual 3. Matrik perubahan guna tanah pada tahun 1990 dan 2016 (hektar)

	Kelas	1990							Jumlah (2016)
		Tepu bina	Kelapa sawit	Hutan	Rekreasi	Tanah lapang	Badan air	Getah	
2016	Tepu bina	1823.85	1160.37	389.07	0	11.79	108.72	719.55	4213.35
	Kelapa sawit	39.96	167.31	112.68	0	0	4.68	163.17	487.8
	Hutan	192.96	451.44	597.33	0	0.63	33.3	309.87	1585.53
	Rekreasi	18.18	45.36	9.99	0	0.45	1.71	9.9	85.59
	Tanah lapang	1.26	30.69	6.84	0	0	0.18	20.61	59.58
	Badan air	6.3	17.64	0.18	0	0	17.28	0.09	41.49
	Jumlah (1990)	2082.51	1872.81	1116.09	0	12.87	165.87	1223.19	

Litupan tanah hutan didapati mengalami peningkatan sebanyak 469.44 ha walaupun kawasan hutan utama iaitu Hutan Simpan Bangi telah mengecil pada tahun 2016 berbanding 1990. Peningkatan kawasan litupan hutan mungkin disebabkan oleh ralat klasifikasi di mana kawasan getah, kelapa sawit dan tanah yang terbiar telah dipenuhi semak dan disalah tafsir sebagai litupan hutan. Peningkatan kawasan hutan didapati disebabkan perubahan tanaman getah di bahagian tenggara kawasan kajian pada tahun 1990 telah dikelaskan kepada hutan pada tahun 2016.

Guna tanah getah merupakan antara tanaman ladang yang utama pada tahun 1990 telah mengalami kemerosotan drastik pada tahun 2016. Pada tahun 1990, getah merangkumi kawasan seluas 1223.19 hektar dan telah kehilangan semua kawasan bertanam pada 2016 di mana guna tanah getah telah bertukar kepada guna tanah tepu bina (719.55 hektar), kelapa sawit (163.17 hektar), rekreasi (9.9 ha), tanah lapang (20.61 hektar) dan badan air (0.09 hektar).

Tanah lapang telah mengalami perubahan kepada guna tanah tepu bina iaitu sebanyak 11.79 hektar dan seterusnya diikuti guna tanah hutan (0.63 hektar) dan guna tanah rekreasi (0.45 hektar). Kawasan tanah lapang yang wujud di sekitar BBB merupakan tanah yang telah diterangkan untuk tujuan pembangunan dan bersifat sementara. Pembangunan yang dijalankan di sekitar Bangi dan proses urbanisasi telah membawa kepada perubahan penggunaan tanah bagi sesuatu kawasan bagi menampung keperluan kegiatan ekonomi, kemudahan sosial dan lain-lain infrastruktur yang berkaitan.

Kawasan badan air yang terdiri dari kolam atau tasik telah mengalami perubahan kepada guna tanah tepu bina pada tahun 2016 sebanyak 108.72 hektar. Kebanyakan kawasan takungan air telah ditimbus bagi memberi laluan kepada kawasan pembinaan seperti perniagaan dan perumahan. Seterusnya, kawasan badan air turut mengalami perubahan kepada guna tanah kelapa sawit (4.68 hektar), guna tanah hutan (33.3 hektar), guna tanah rekreasi (1.71 hektar) dan guna tanah lapang (0.18 hektar).

Pada tahun 1990, guna tanah rekreasi tidak wujud di kawasan kajian. Namun pada tahun 2016, kawasan rekreasi bertambah kepada 85.59 ha, di mana kebanyakan adalah terdiri daripada padang golf (contoh, Padang Golf Danau UKM dan Bangi Golf Resort) dan taman riadah awam (contoh, Taman Tasik Cempaka).

Hasil analisis turut menunjukkan terdapat beberapa perubahan kategori guna tanah yang agak tidak munasabah seperti peralihan dari guna tanah kelapa sawit (451.44 hektar) kepada hutan, tepu bina kepada hutan (192.96 hektar) atau kelapa sawit (39.96 hektar). Perubahan sebegini berlaku disebabkan oleh ralat interpretasi atau/dan klasifikasi di mana suatu litupan

tanah dikelirukan dengan litupan tanah yang berlainan. Keadaan sebegini mudah berlaku bagi litupan tanah atau guna tanah yang seakan sama seperti litupan tumbuhan di mana adalah agak sukar untuk membezakan sesetengah tumbuhan dengan tumbuhan lain dan tanah lapang dikelaskan sebagai tepu bina. Ini adalah kerana kekangan dari segi bilangan jalur pangjang gelombang yang terhad pada imej satelit Landsat yang menyebabkan ciri pantulan permukaan yang dapat dibezakan terhad.

Secara keseluruhannya, guna tanah kawasan kajian telah mengalami perubahan yang drastik dalam tempoh kajian. Guna tanah tepu bina mengalami pertambahan keluasan kawasan yang paling tinggi. Manakala guna tanah pertanian seperti getah dan kelapa sawit mengalami pengurangan yang besar. Tren perubahan yang dilihat merupakan kesan tidak langsung dari dasar-dasar pembangunan ekonomi dan sosial yang dilaksanakan oleh kerajaan dalam usaha membangunkan negara. Dasar pembangunan negara seperti Dasar Ekonomi Baru, Dasar Pembangunan Nasional, Dasar Pertanian Negara, Dasar Perindustrian Negara, misalnya telah mendorong perubahan secara menyeluruh ke atas persekitaran fizikal dan sosial. Perkembangan sektor pertanian telah melihat tanaman getah telah diusahakan secara besar-besaran sejak 1970-an dan seterusnya telah diambil alih oleh kelapa sawit pada awal 80-an. Bermula dari tahun 1990-an negara Malaysia terus mentransformasikan ekonominya dari ekonomi berasaskan pertanian dan komoditi kepada ekonomi berasaskan industri. Sehubungan itu, estet-estet perindustrian banyak diwujudkan termasuk Kawasan Perindustrian BBB yang terletak di Sekyen 16. Perkembangan ekonomi yang kukuh pada tahun 1990-an telah menggalakkan banyak industri bertapak di estet-estet perindustrian dan menarik ramai penduduk berpindah ke kawasan bandar untuk mendapatkan peluang kerja. Kewujudan institusi pendidikan dan latihan yang banyak di sekitar BBB turut membawa masuk ramai pelajar yang sebahagiannya terus menetap di sekitar BBB selepas tamat pengajian. Migrasi masuk penduduk untuk mencari peluang pekerjaan dan pendidikan serta pertambahan semulajadi penduduk turut menyebabkan peningkatan permintaan untuk kemudahan petempatan dan infrastruktur di kawasan kajian. Senario ini jelas kelihatan di kawasan kajian di mana kawasan tepu bina meningkat sebanyak 32.92% dalam tempoh kajian.

Kesimpulan

Tuntasnya, guna tanah tepu bina dan litupan hutan merupakan guna tanah utama di kawasan kajian. Guna tanah tepu bina telah mendominasi dan mengalami perubahan tertinggi, diikuti guna tanah pertanian getah dan kelapa sawit. Guna tanah dan litupan tanah di sekitar sekitar kampus UKM dan BBB cenderung berubah kepada guna tanah tepu bina dan rekreasi. Perkembangan pembangunan ekonomi, terutamanya sektor perindustrian, sektor pendidikan tinggi dan pembinaan jaringan infrastruktur telah banyak mempengaruhi perluasan kawasan tepu bina. Kajian ini membuktikan penggunaan pendekatan penderiaan jauh dan aplikasi GIS dapat memudahkan pengenalpastian perubahan guna tanah yang berlaku di sesuatu kawasan. Melalui sistem pemetaan dan pangkalan data yang sistematik, secara tidak langsung pengenalpastian perubahan guna tanah yang berlaku dapat membantu dalam menyediakan perancangan guna tanah secara cekap.

Rujukan

- Bakr, N., Weindorf, D. C., Bahnassy, M. H., Marei, S. M., & El-Badawi, M. M. (2010). Monitoring land cover changes in a newly reclaimed area of Egypt using multi-temporal Landsat data, *Applied Geography*, 30(4), 592-605.
- Carlson, T. N., & Azofeifa, S. G. A. (1999). Satellite remote sensing of land use changes in and around San Jose', Costa Rica. *Remote Sensing of Environment*, 70(3), 247-256.
- Dorling, M. J., & Barichello, R. R. (1975). Trends in rural and urban uses in Canada. *Canadian Agriculture Economic Society*, Proceedings of Annual Workshop, 33-65.
- Foody, G. M. (2001). Status of land cover classification accuracy assessment. *Remote Sensing of Environment*, 80, 185-201.
- Guerschman, J. P., Paruelo, J. M., Bela, C. D., Giallorenzi, M. C., & Pacin, F. (2003). Land cover classification in the Argentine Pampas using multi-temporal Landsat TM data. *International Journal of Remote Sensing*, 24(17), 3381-3402.
- Hall, T. (2001). *Urban geography*. (Second edition). London, Routledge Taylor & Francis Group.
- Hayes, D. J., & Sader, S. A. (2001). Comparison of change-detection techniques for monitoring tropical forest clearing and vegetation regrowth in a time series. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 67(9), 1067-1075.
- Ibrahim Komoo (1984) Aspek geologi kejuruteraan bahan bumi di kawasan Bangi, Selangor. *Ilmu Alam*, 12 & 13, 41-54.
- Katiman Rostam. (2002). *Prinsip asas persekitaran manusia*. Bangi, Penerbit Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Lam Kuok Choy, & Hay Ah Na. (2017). Mengesan perubahan guna tanah dan litupan bumi menggunakan kaedah penderiaan jauh di Daerah Miri, Sarawak. *Geografi*, 5(3), 85-94.
- Lambin, E. F., & Strahler, A. H. (1993). Change-vector analysis in multitemporal space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high-temporal resolution satellite data. *Remote Sensing Environment*, 48, 231-244.
- Li, X., & Yeh, A.G.-O., (2004). Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. *Landscape and Urban Planning*, 69,335-354.
- Lillesand, T. M., Keifer R. W., & Chipman, J. W. (2004). *Remote sensing and image interpretation*. 5th ed. New York, Wiley.
- Lu, D., Mausel, P., Batistella, M., & Moran, E. (2005). Land-cover binary change detection methods for use in the moist tropical region of the Amazon: A comparative study. *International Journal of Remote Sensing*, 26(1), 101-114.
- Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E. & Moran, E., (2004). Change detection techniques; *International Journal of Remote Sensing*, 25:12, 2365-2407.
- Mas, J.F. (1999). Monitoring land-cover changes: A comparison of change detection techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 20(1), 139-152.
- Mohd Hasmadi, Pakhriazad, & Shahrin. (2009). Evaluating supervised and unsupervised techniques for land cover mapping using remote sensing data. *Geografia Malaysian Journal of Society and Space*, 5(1), 1-10.
- Mokhtar Jaafar. (1998). Perubahan gunatanah dan litupan bumi di Lembah Klang-Langat. (MA dissertation). Retrieved from Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Mouat, D. A., Mahin, G. G., & Lancaster, J. (1993). Remote sensing techniques in the analysis of change detection. *Geocarto International*, 2, 39-50.

- Mohmadisa Hashim, & Mohd Suhaily Yusri Che Ngah (2005). *Pembangunan dan alam sekitar di Malaysia*. Tanjong Malim, Penerbit UPSI.
- Nedal A Mohammad, Sharifah Mastura, & Johari Mat Akhir. (2007). Land use evaluation For Kuala Selangor, Malaysia using remote sensing and GIS technologies. *Geografia Malaysian Journal of Society and Space*. 3, 1-18.
- Narimah Samat. (2010). Assessing land use land cover changes in Langkawi Island: Towards sustainable urban living. *Malaysian Journal of Environmental Management*. 11(1), 48-57.
- Narimah Samat. (2009). Integrating GIS and CA-MARKOV model in evaluating urban spatial growth. *Malaysian Journal of Environmental Management*. 10(1), 83-99.
- Nur Hakimah Asnawi, & Lam Kuok Choy. (2016). Analisis perubahan guna tanah dan litupan bumi di Gombak, Selangor menggunakan data penderiaan jauh. *Sains Malaysiana*, 45(12), 1869-1877.
- Rogan, J., Franklin, J., & Roberts, D. A. (2002). A comparison of methods for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper imagery. *Remote Sensing of Environment*, 80, 143-156.
- Rogana, J., & Chen, D. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and landuse change. *Progress in Planning*, 61, 301-325.
- Roberts, D. A., Batista, G. T., Pereira, J. L. G., Waller, E. K., & Nelson, B. W. (1998). Change identification using multitemporal spectral mixture analysis: Application in Eastern Amazonia, In *Remote sensing change detection: Environmental monitoring methods and applications*, Lunetta and Elvidge (Eds.), Ann Arbor Press, Chelsea, Michigan, pp. 137-161.
- Rhemtulla, J. M., Mladenoff, D. J., & Clayton, M. K. (2007). Regional land-cover conversion in the U.S. upper Midwest: Magnitude of change and limited recovery (1850–1935–1993) *Landscape Ecology*, 22, 57-75. Supplement 1/December, 2007.
- Shaharudin Idrus, Lim Choun Sian, & Abdul Samad Hadi. (2004). Kemudahterancaman (*Vulnerability*) penduduk terhadap perubahan guna tanah di Selangor. *Malaysian Journal of Environmental Management*, 5, 79-98.
- Singh, A. (1989). Review article digital change detection techniques using remotely sensed data. *International Journal of Remote Sensing*, 10(6), 989-1003.
- Sumayyah Aimi Mohd Najib, & Zullyadini A. Rahaman. (2016). Analisis perubahan gunatanah di Daerah Barat Daya, Pulau Pinang. *Geografi*, 4(1), 43-55.
- Tjia, H. D. (1972). *Geologi kawasan Bangi*. Jabatan Geologi-UKM, Bangi.
- Tuan Pah Rokiah Syed Hussain & Hamidi Ismai. (2016). Perubahan gunatanah dan kejadian banjir di Lembangan Saliran Kelantan. *Geografia Malaysian Journal of Society and Space*. 12(1), 118-128.
- United State Geological Survey (USGS). (2016). Retrieved from <http://earthexplorer.usgs.gov/>
- Walker, R. (2003). Mapping process to pattern in the landscape change of the Amazonian frontier. *Annals of the Association of American Geographers*, 93(2), 376-398.
- Wilkinson, D. W., Parker, R. C., & Evans, D. L. (2008). Change detection techniques for use in a statewide forest inventory program. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 74(7), 893-901.
- Woodcock, C.E., & Ozdogan, M. (2004). *Trends in land cover mapping and monitoring*, *Land Change Science* (Eds.) Gutman, Springer, New York, pp. 367-377.
- Yin, J., Yin, Z., Zhong, H., Xu, S., Hu, X., Wang, J., & Wu, J. (2011). Monitoring urban expansion and land use/land cover changes of Shanghai metropolitan area during the

transitional economy (1979-2009) in China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 177, 609-621.

Yuan, F., Sawaya, K. E., Loeffelholz, B. C., & Bauer, M. E. (2005). Land cover classification and change analysis of the twin cities (Minnesota) metropolitan areas by multitemporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98(2), 317-328.

Zsuzsanna, D., Bartholy, J., Pongracz, R., & Barcza, Z. (2005). Analysis of land-use/land-cover change in the Carpathian region based on remote sensing techniques. *Physics and Chemistry of Earth*, 30, 109-115.